



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Patentschrift
⑯ DE 196 50 999 C 1

⑯ Int. Cl. 6

F 17 C 5/06

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE

⑯ Vertreter:

P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

⑯ Erfinder:

Braun, Franz, Dipl.-Ing., 82256 Fürstenfeldbruck, DE

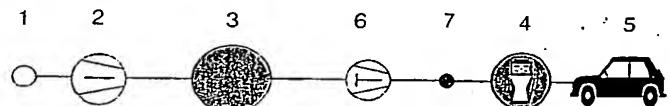
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

EP 00 64 177 1

Bartosch Roland, Dipl.-Ing., Braun Franz,
Dipl.-Ing., Drewitz Hans, Dipl.-Ing.:
Erdgas- ein neuer Treibstoff für Kraftfahrzeuge
Die Markteinführung durch die Stadtwerke
Augsburg Mannesmann Demag, 1996;

⑯ Verfahren zur Befüllung eines mobilen Gastanks und Zapfanlage

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Befüllung eines mobilen Gastanks, bei dem das abzufüllende Gas mit einem niedrigen Eingangsdruck in eine erste Verdichteranlage geführt, in dieser Verdichteranlage auf einen erhöhten Druck gebracht, auf dem erhöhten Druck zwischengespeichert und danach in den mobilen Gastank eingefüllt wird. Hierbei wird das auf dem erhöhten Druck zwischengespeicherte Gas über eine zweite Verdichteranlage in den mobilen Gastank geführt.
Ferner betrifft die Erfindung eine Zapfanlage zur Befüllung eines mobilen Gastanks.



DE 196 50 999 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Befüllung eines mobilen Gastanks gemäß dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Zapfanlage gemäß dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 6, mit der dieses Verfahren ausgeführt werden kann.

Straßenfahrzeuge mit Flüssiggastanks gehören seit vielen Jahren zum Stand der Technik. In jüngerer Zeit werden in zunehmendem Maße auch Fahrzeuge eingesetzt, die mit Erdgas betrieben werden, da die Benutzung dieses Treibstoffes mit wesentlichen Vorteilen im Hinblick auf die Begrenzung der Schadstoffemission verbunden ist. In dieser Hinsicht ist auf die verstärkten Bemühungen kommunaler Verkehrsbetriebe hinzuweisen, die insbesondere im Innenstadtbereich Busse mit möglichst niedriger Schadstoffemission einsetzen wollen. Im Unterschied zur Verwendung von Flüssiggas muß beim Einsatz von Erdgas das Gas in nicht-verflüssigter Form in einem Druckbehälter (Gastank) im Fahrzeug gespeichert werden. Dies erfordert völlig andere Konzeptionen für die Tankstellen, die zur Befüllung derartiger Gastanks bereitgestellt werden müssen. Während Flüssiggas in ähnlicher Weise wie andere flüssige Treibstoffe von einem Vorratstank in einen mobilen Flüssiggastank umgepumpt werden kann, so daß der gesamte Befüllvorgang relativ schnell durchgeführt werden kann, muß für die Befüllung von Erdgastanks das Erdgas mit einem vergleichsweise hohen Druck zur Verfügung gestellt werden. Dies ist anlagentechnisch wesentlich aufwendiger zu bewerkstelligen.

Für Erdgastankstellen sind im wesentlichen zwei Anlagenschaltungen bekannt, die in den Fig. 1 und 2 schematisch dargestellt sind. In der einfachsten Ausführungsform gemäß Fig. 1 wird das abzufüllende Gas durch eine Gaszuleitung 1 (z. B. Erdgasleitung mit Hoch-, Mittel- oder Niederdruck) in eine Verdichteranlage 2 geführt, die das Gas verdichtet. Das verdichtete Gas wird in einem Gasspeicher 3 zwischengespeichert und kann über eine Zapfsäule 4 bei Bedarf an einen mobilen Gastank 5 abgegeben werden, der in der Figur als Personenkraftwagen symbolisiert ist. Bei dieser Form einer Gastankstelle ist es erforderlich, daß der Verdichter das abzufüllende Gas auf einen wesentlich über dem Solldruck des befüllten mobilen Gastanks 5 liegenden Druck verdichtet. Dies ist deswegen notwendig, weil das Gas aus dem Gasspeicher 3 nur dann in den mobilen Gastank überströmen kann, wenn ein entsprechendes Druckgefälle vorhanden ist, hierzu muß also der Druck im Gasspeicher 3 anfänglich erheblich über dem Solldruck des mobilen Gastanks 5 liegen, da während der Befüllung der Druck im Gasspeicher 3 ständig absinkt. Der Verdichter 2 ist nämlich üblicherweise aus wirtschaftlichen Gründen so ausgelegt, daß er für die Auffüllung des Gasspeichers 3 erheblich mehr Zeit benötigt als für die Befüllung eines mobilen Gastanks 5 erforderlich ist. Je nach Auslegung der Aggregate der Gastankstelle liegt der Druck, den die Verdichteranlage 2 erzeugen muß, in einer Größenordnung, die etwa dem doppelten Druck entspricht, der im befüllten Gastank 5 als Solldruck gewünscht wird. Der Aufwand für die Verdichtung ist nicht nur wegen des hohen absoluten Drucks erheblich, sondern auch wegen des Energieaufwandes, da durch die nachfolgende Entspannung des komprimierten Gases im mobilen Gastank 5 die Verdichtungsarbeit weitgehend wieder eingebüßt wird.

Um diesen Mangel, der die Wirtschaftlichkeit einer Gastankstelle entscheidend beeinträchtigt, zu mindern, ist eine Lösung bekannt aus: Bartosch, R.; Braun, F.; Drewitz, H. "Erdgas - ein neuer Treibstoff für Kraftfahrzeuge. Die Markteinführung durch die Stadt Augsburg" Mannesmann

Demag AG 1996. Im Abschnitt 3 dieser Schrift ist eine Erdgastankstelle beschrieben, deren Schaltung schematisch in Fig. 2 wiedergegeben ist. Diese Schaltung unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 3 lediglich dadurch, daß anstelle eines einzigen Gasspeichers 3 zur Zwischenspeicherung des komprimierten Gases ein dreigeteilter Gasspeicher 3 vorgesehen ist, dessen parallel geschaltete Teile mit a, b, c bezeichnet sind. Vor Beginn einer Befüllung des mobilen Gastanks 5 weisen alle drei Gasspeicher 3a bis 3b denselben Befülldruck auf, der zwar wiederum deutlich über dem Solldruck des gefüllten mobilen Gastanks 5 liegt aber sich auf einem gegenüber der Schaltungsvariante der Fig. 1 erheblich niedrigerem Niveau befindet, nämlich beispielsweise bei 125% des gewünschten Solldrucks. Der Befüllvorgang findet in der Weise statt, daß zunächst einer der drei Gasspeicher (z. B. 3a) zur Befüllung mit dem mobilen Gastank 5 verbunden wird. Das komprimierte Gas strömt solange aus dem Gasspeicher 3a aus, bis sich ein Druckausgleich mit dem mobilen Gastank 5 eingestellt hat. Dies führt zu einer Befüllung des mobilen Gastanks 5 je nach Volumen des Gastanks 5 und des Gasspeichers 3 in Abhängigkeit vom Speicherdruck (z. B. 250 bar) von typischerweise etwa 120 bar. Danach wird die Verbindung zwischen dem Gasspeicher 3a und dem mobilen Gastank 5 geschlossen und die Verbindung zum zweiten Teil 3b des Gasspeichers geöffnet. Wiederum findet ein Überströmen des komprimierten Gases in den mobilen Gastank 5 statt, bis ein Druckausgleich eingetreten ist. Dieser Druckausgleich tritt z. B. bei einem Druck von 170 bar ein. Im Anschluß daran wird wiederum die Verbindungsleitung zwischen dem Gasspeicher 3b und dem mobilen Gastank 5 geschlossen und die Zuleitung vom dritten Teil 3c des Gasspeichers zum mobilen Gastank 5 geöffnet. Der Druck von ursprünglich 250 bar im Gasspeicher 3c sinkt kontinuierlich ab, bis sich ein Druckausgleich bei etwa 200 bar im Gasspeicher 3c und im Gastank 5 eingestellt hat. Der Nachteil, daß man bei dieser Gastankstelle eine Verdichteranlage benötigt, die das Gas auf einen deutlich über dem Solfülldruck des mobilen Gastanks liegenden Druck komprimieren muß und daß die geleistete Verdichterarbeit durch die während der Befüllung stattfindende teilweise Entspannung des Gases zu einem wesentlichen Teil wieder verloren geht, ist zwar gegenüber der Schaltungsvariante der Fig. 1 deutlich reduziert, stellt aber weiterhin einen Faktor dar, der die Wirtschaftlichkeit von Gastankstellen stark beeinträchtigt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein gattungsgemäßes Verfahren und eine gattungsgemäßes Vorrichtung dahingehend weiterzubilden, daß der anlagentechnische und betriebskostenmäßige Aufwand für die bisherige Drucküberhöhung über dem Solldruck des mobilen Gastanks weitgehend entfallen.

Gelöst wird diese Aufgabe im Hinblick auf das Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1, wobei vorteilhafte Weiterbildungen dieses Verfahrens in den Unteransprüchen 2 bis 5 angegeben sind. Eine erfindungsgemäßige Zapfanlage zur Befüllung eines mobilen Gastanks weist die Merkmale des Patentanspruchs 6 auf und ist durch die kennzeichnenden Merkmale der Unteransprüche 7 bis 11 in vorteilhafter Weise weiter ausgestaltbar.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltungsschema einer bekannten Gastankstelle,

Fig. 2 ein modifiziertes Schaltungsschema einer bekannten Gastankstelle,

Fig. 3 das Schaltungsschema einer erfindungsgemäßigen Gastankstelle und

Fig. 4 schematisierte Druckverläufe für die Gasspeicher

von Gastankstellen.

Die Schaltungsschemen der Fig. 1 und 2, die dem bisherigen Stand der Technik entsprechen, wurden vorstehend bereits erläutert, so daß hierauf nicht erneut eingegangen werden muß. Auch die erfindungsgemäße Zapfanlage zur Befüllung eines mobilen Gastanks 5, die in Fig. 3 dargestellt ist, geht aus von einer Gaszuleitung 1 (z. B. Erdgasleitung eines Versorgungsnetzes), die zu einer Verdichteranlage 2 führt, in der das abzufüllende Gas verdichtet wird, um anschließend über eine Verbindungsleitung in einen ersten Gasspeicher 3 eingeführt und in diesem zwischengespeichert zu werden. Zusätzlich zu der (ersten) Verdichteranlage 2 ist jedoch noch eine zweite Verdichteranlage 6 vorgesehen, die dem ersten Gasspeicher 3 nachgeschaltet ist. Die zweite Verdichteranlage 6 ist durch eine Leitung mit einer Zapfsäule 4 verbunden, die die Verbindungsstelle zum mobilen Gastank 5 bildet. In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung ist zwischen der zweiten Verdichteranlage 6 und der Zapfsäule 4 ein zusätzlicher zweiter Gasspeicher 7 eingeschaltet, dessen Aufgabe es im wesentlichen ist, als Pufferspeicher eine Dämpfung der Schwingungen vorzunehmen, die vom Verdichter 6 auf das Gas übertragen werden. Dies empfiehlt sich, da zweckmäßigerweise für die Verdichteranlagen 2, 6 Kolbenverdichter eingesetzt werden. Besonders bewährt haben sich Kolbenverdichter, die mittels eines hydraulischen Kolbenantriebs angetrieben werden.

Derartige Kolbenverdichter sind in der EP 0 064 177 B1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insoweit ausdrücklich in die Beschreibung der vorliegenden Erfindung einbezogen wird. Dieser Verdichtertyp weist besondere Vorteile im Hinblick auf die erforderliche Abdichtung der Kompressionsräume gegenüber der Umgebung auf. Im Grundsatz ist es jedoch auch möglich, für die vorliegende Erfindung Kolbenverdichter mit z. B. elektromotorischem Antrieb oder auch Turboverdichter einzusetzen. Bevorzugt werden jedoch die genannten hydraulisch angetriebenen Kolbenverdichter, zumal diese auch im Hinblick auf die Geräuschemission und den erforderlichen Wartungsaufwand deutliche Vorteile mit sich bringen.

Es empfiehlt sich, die erste Verdichteranlage 2 und/oder die zweite Verdichteranlage 4 jeweils aus mindestens zwei parallel geschalteten Verdichtern aufzubauen, also redundant auszuführen. Dies bringt eine Erhöhung der Verfügbarkeit der Gesamtanlage mit sich, die bei nahezu 100% liegt. Zweckmäßigerweise werden die einzelnen Verdichter als mehrstufige Verdichter ausgeführt. Besonderes bewährt hat sich eine drei- bis vierstufige Verdichterbauweise, insbesondere für die erste Verdichteranlage 2.

Die Funktion der erfindungsgemäßen Zapfanlage zur Befüllung mobiler Gastanks und somit das erfindungsgemäße Befüllungsverfahren lassen sich wie folgt beschreiben: Das abzufüllende Gas wird z. B. aus einer Erdgasleitung mit einem Arbeitsdruck von 20 bar (Gaszuleitung 1) entnommen und in die erste Verdichteranlage 2 eingeführt. Der Bereitstellungsdruck in der Gaszuleitung 1 kann bei nahezu atmosphärischem Druck (z. B. 1,01 bar) liegen und im Extremfall auch bis zu etwa 80 bar betragen. Im Prinzip gibt es hierfür keine feste Obergrenze. Damit die Zapfanlage sinnvoll eingesetzt wird, ist lediglich vorauszusetzen, daß der Gasbereitstellungsdruck deutlich unter dem gewünschten Solldruck für die befüllten Gastanks liegt. Typischerweise wird der Gasbereitstellungsdruck in einem Bereich von 2 bis 40 bar liegen. Die erste Verdichteranlage 2 komprimiert das bereitgestellte Gas auf einen Druck im Gasspeicher 3, der im Bereich von 80 bis 400 bar liegt und typischerweise 90 bis 250 bar beträgt. Auch hier ist wiederum anzumerken, daß die Druckobergrenze keine echte technische Grenze darstellt, sondern eher als praktische Grenze anzusehen ist,

die durch technische Regelwerke vorgegeben wird.

Die Befüllung des Gasspeichers 3 mit Druckgas erfolgt unabhängig von der Betankung. Durch nicht dargestellte Regel- und Ventileinrichtungen wird die Verdichteranlage 2 abgeschaltet, sobald der vorgegebene Betriebsdruck im Gasspeicher 3 erreicht ist. Dieser Betriebsdruck liegt beispielsweise bei 200 bar. Wenn nun ein mobiler Gastank 5 gefüllt werden soll, wird die Zapfsäule 4 über eine nicht im einzelnen dargestellte Ventileinrichtung an den Gastank 5 10 angeschlossen und das Zapfventil geöffnet. Gleichzeitig wird auch die zweite Verdichteranlage 6 eingeschaltet, die im Sinne einer Pumpe, also ohne eigentliche Verdichterleistung Gas aus dem Gasspeicher 3 in den mobilen Gastank 5 fördert. Über einen nicht dargestellten Druckschalter am Gasspeicher 3 kann auch die erste Verdichteranlage 2 wieder eingeschaltet werden, um den sich langsam entleerenden Druckspeicher 3 wieder auf Betriebsdruck zu füllen, da durch die Gasentnahme der aktuelle Betriebsdruck absinkt. Bis zum Erreichen eines Drucks, der dem aktuellen Druck 20 im mobilen Gastank 5 entspricht, arbeitet die zweite Verdichteranlage 6 in der bereits beschriebenen Weise als Gaspumpe. Wenn der Druckausgleich zwischen dem Gasspeicher 3 und dem mobilen Gastank 5 erreicht ist, tritt die eigentliche Verdichterfunktion der Verdichteranlage 6 in den 25 Vordergrund, d. h. daß bei einem Druck von z. B. 180 bar oder weniger aus dem Gasspeicher 3 entnommene Gas wird durch die Verdichteranlage 6 auf einen höheren Druck gebracht, der in der Endphase des Befüllvorgangs dem gewünschten Fülldruck des mobilen Gastanks 5 entspricht.

Der Druckverlauf während des Befüllvorgangs ist in der Fig. 4 schematisch dargestellt, wobei als Vergleich entsprechende Druckverläufe für die beiden bekannten Gaszapfanlagen gemäß Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt sind. Es wurde jeweils davon ausgegangen, daß im mobilen Gastank 5 ein Sollfülldruck von 200 bar (Linie c) erreicht werden soll. Bei der Anlagenkonzeption gemäß Fig. 1 muß hierzu der Druck im Gasspeicher 3 bis auf einen Überhöhungsdruk von z. B. 350 bar gesteigert werden (Kurve a). Unter dieser Bedingung kann dann der mobile Gastank 5 unter Entspannung des überströmenden Gases gefüllt werden. Am Ende des Befüllvorgangs weisen sowohl der Gasspeicher 3 als auch der Gastank 5 etwa denselben Druck von jeweils 200 bar auf. Die Verdichtungsarbeit, die für die Erzeugung des Überhöhungsdrukks von 200 auf 350 bar geleistet werden mußte, ist durch die beim Befüllen stattfindende Gasentspannung verloren. Die mittlere Kurve b der Fig. 4 zeigt den schematischen Druckverlauf für das Anlagenkonzept gemäß Fig. 2. Hierbei werden die drei parallel geschalteten Gasspeicher auf einen deutlich niedrigeren Überhöhungsdruk von z. B. 250 bar aufgefüllt. Dadurch, daß nacheinander die einzelnen parallelgeschalteten Behälter des Gasspeichers 3 entleert werden, wird eine wesentlich bessere Ausnutzung des Gasdruckniveaus gewährleistet. Die insgesamt zu leistende Verdichterarbeit für die Erzielung des Überhöhungsdrukks ist zwar wesentlich geringer, jedoch fällt diese durch die unvermeidbare Entspannung des Gases erforderliche Verdichterarbeit weiterhin als deutlich merkbare Verlustarbeit an. Erst das erfindungsgemäße Anlagenkonzept bringt in dieser Hinsicht eine radikale Veränderung mit sich. Dies zeigt die untere schematische Kurve d des Druckverlaufs in Fig. 4. Man erkennt, daß während der gesamten Betriebszeit der Druck im Gasspeicher 3 zu keiner Zeit über, zumindest aber nicht wesentlich über dem gewünschten Solldruck des befüllten Gastanks von 200 bar im vorliegenden Beispiel liegen muß. Vor Beginn des Befüllvorgangs wurde der Druck im Gasspeicher durch die Verdichteranlage 2 auf etwa 200 bar gebracht. Mit beginnender Füllung beginnt auch der Druck im Gasspeicher 3 abzusinken. Die Absenkung wird jedoch da-

durch gebremst, daß die Verdichteranlage 2 wieder eingeschaltet wird und Gas in den Gasspeicher 3 fördert. Die Fördermenge ist jedoch kleiner als die Entnahmemenge, da das Druckgefälle zum mobilen Gastank 5 in der Anfangsphase beträchtlich ist. Mit zunehmendem Befüllgrad des mobilen Gastanks 5 ändern sich die Verhältnisse insoweit, als jetzt die durch die Verdichteranlage 2 in den Gasspeicher 3 geförderte Gasmenge größer wird als die durch die zweite Verdichteranlage 6 entnommene Gasmenge. Dadurch steigt der Druck im Gasspeicher 3 wieder an.

Wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung ist es, daß der Gasdruck im Gesamtsystem zu keiner Zeit wesentlich über dem gewünschten Fülldruck der gefüllten Gastanks liegen muß. Der Maximaldruck kann praktisch dem gewünschten Fülldruck entsprechen. Selbstverständlich ist es möglich, zur Steigerung der Tankkapazität der erfundungsgemäßen Anlage den Gasspeicher 3 dennoch mit einem leichten Überhöhungsdruk zu betreiben. Dies ist aber im Regelfall bei vernünftiger Auslegung der Gesamtanlage aus wirtschaftlichen Gründen nicht erwünscht. Durch den erfundungsgemäßen Einsatz einer zweiten Verdichteranlage hinter dem Gasspeicher wird es möglich, das erforderliche Druckniveau im Gesamtsystem erheblich abzusenken, ohne den zur Betankung erforderlichen Zeitbedarf zu erhöhen und ohne das Speichervolumen des Gasspeichers 3 aufzustocken zu müssen. Für die Auslegung der einzelnen Aggregate ist als generelle Leitlinie zu beachten, daß sich die Dimensionierung der ersten Verdichteranlage 2 im wesentlichen nach der durchschnittlichen Gasabgabemenge für einen Tag richtet, während der innerhalb einer Stunde zu erwartende Spitzenbedarf für die Dimensionierung des Gasspeichers 3 und der zweiten Verdichteranlage 6 maßgebend sind.

Vor der Befüllung eines mobilen Gastanks weist dieser im Regelfall einen Druck auf, der noch bei etwa 30 bar liegt. Während der Betankung kann der Druck im Gasspeicher 3 z. B. bis auf etwa 90 bar absinken. Durch die zweite Kompressoranlage 6 ist in jedem Fall gewährleistet, daß der gewünschte Fülldruck von z. B. 200 bar im mobilen Gastank sicher erreicht wird. Wenn mehrere mobile Gastanks unmittelbar hintereinander gefüllt werden sollen, kann es eintreten, daß trotz der Wiederbefüllung des Gasspeichers 3 durch die erste Verdichteranlage 2 der normale Betriebsdruck von 200 bar im Gasspeicher 3 noch nicht wieder erreicht ist. In diesem Fall verkürzt sich die erste Phase der Betankung, in der die zweite Verdichteranlage 6 lediglich im Sinne einer Gaspumpe arbeitet, bei der also das Gas ohne Verdichterarbeit vom Gasspeicher 3 in den mobilen Gastank 5 überströmen kann. Dementsprechend verlängert sich die zweite Phase des Betankungsvorgangs, in der die zweite Verdichteranlage 6 echte Verdichterarbeit zu leisten hat. Insbesondere für diesen Fall ist es vorteilhaft, wenn die zweite Verdichteranlage aus zwei parallelen Verdichtern besteht, die in einem solchen Fall gleichzeitig arbeiten können. Wenn die Betankung mit einem gefüllten Gasspeicher 3 vorgenommen wird, reicht im Regelfall der Betrieb eines einzelnen Verdichters der zweiten Verdichteranlage 6 aus.

Überraschenderweise bringt das erfundungsgemäße Anlagenkonzept trotz der Notwendigkeit einer zweiten Verdichteranlage keine Erhöhung der Investitionskosten mit sich. Vielmehr ergibt sich aufgrund der sicherheitstechnischen Vorteile sogar eine Reduzierung des Anlagenaufwands. Gleichzeitig werden die Betriebskosten durch eine Senkung des Energie- und Wartungsaufwandes deutlich reduziert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Befüllung eines mobilen Gastanks, bei dem das abzufüllende Gas mit einem niedrigen Ein-

gangsdruck in eine erste Verdichteranlage geführt, in dieser Verdichteranlage auf einen erhöhten Druck gebracht, auf dem erhöhten Druck zwischengespeichert und danach in den mobilen Gastank eingefüllt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das auf dem erhöhten Druck zwischengespeicherte Gas über eine zweite Verdichteranlage in den mobilen Gastank geführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das durch die zweite Verdichteranlage geführte Gas vor der Befüllung des Gastanks erneut zwischengespeichert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdichtung mittels hydraulisch angetriebener Kolbenkompressoren erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas mit einem Druck von 1,01 bis 80 bar, insbesondere 2 bis 40 bar, der ersten Verdichteranlage zugeführt und vor der zweiten Verdichteranlage mit einem Druck von 80 bis 400 bar, insbesondere 90 bis 250 bar, zwischengespeichert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas in der zweiten Verdichteranlage auf einen Druck gebracht wird, der den Solldruck des gefüllten mobilen Gastanks nicht oder nur unwesentlich übersteigt.

6. Zapfanlage zur Befüllung eines mobilen Gastanks (5), mit einer Gaszuleitung (1), die zu einer ersten Verdichteranlage (2) führt, ferner mit einem ersten Gasspeicher (3), der an die erste Verdichteranlage (2) angeschlossen ist, und mit einer Zapfsäule (4), die an den mobilen Gastank (5) anschließbar ist dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten Gasspeicher (3) und der Zapfsäule (4) eine zweite Verdichteranlage (6) eingeschaltet ist.

7. Zapfanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der zweiten Verdichteranlage (6) und der Zapfsäule (4) ein zweiter Gasspeicher (7) eingeschaltet ist.

8. Zapfanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdichteranlagen (2, 6) als Kolbenverdichter mit hydraulischem Kolbenantrieb ausgebildet sind.

9. Zapfanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet daß mindestens eine der beiden Verdichteranlagen (2, 6) aus mindestens zwei parallel geschalteten Verdichtern besteht.

10. Zapfanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der beiden Verdichteranlagen (2, 6) als mehrstufiger Verdichter ausgeführt ist.

11. Zapfanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der beiden Verdichteranlagen (2, 6), insbesondere die erste Verdichteranlage (2), drei- oder vierstufig ausgeführt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

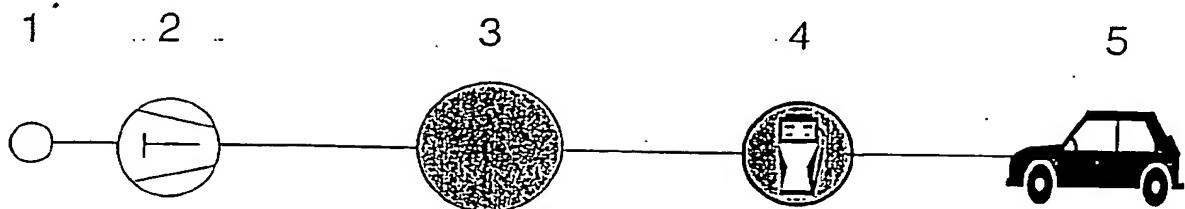


Fig. 1

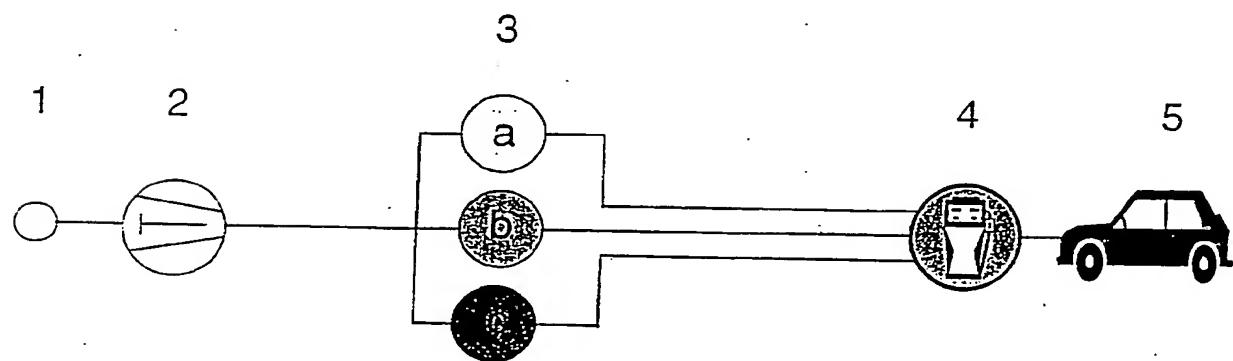


Fig. 2

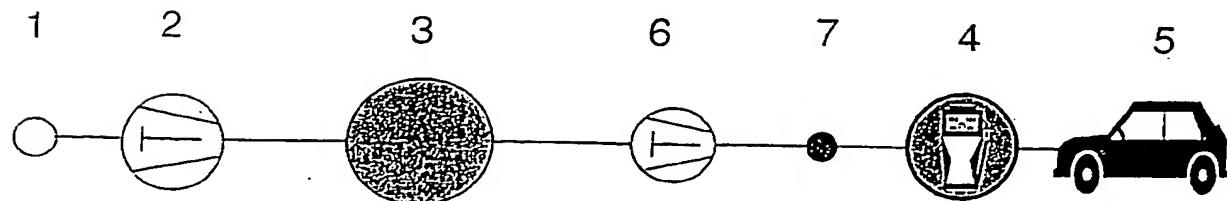


Fig. 3

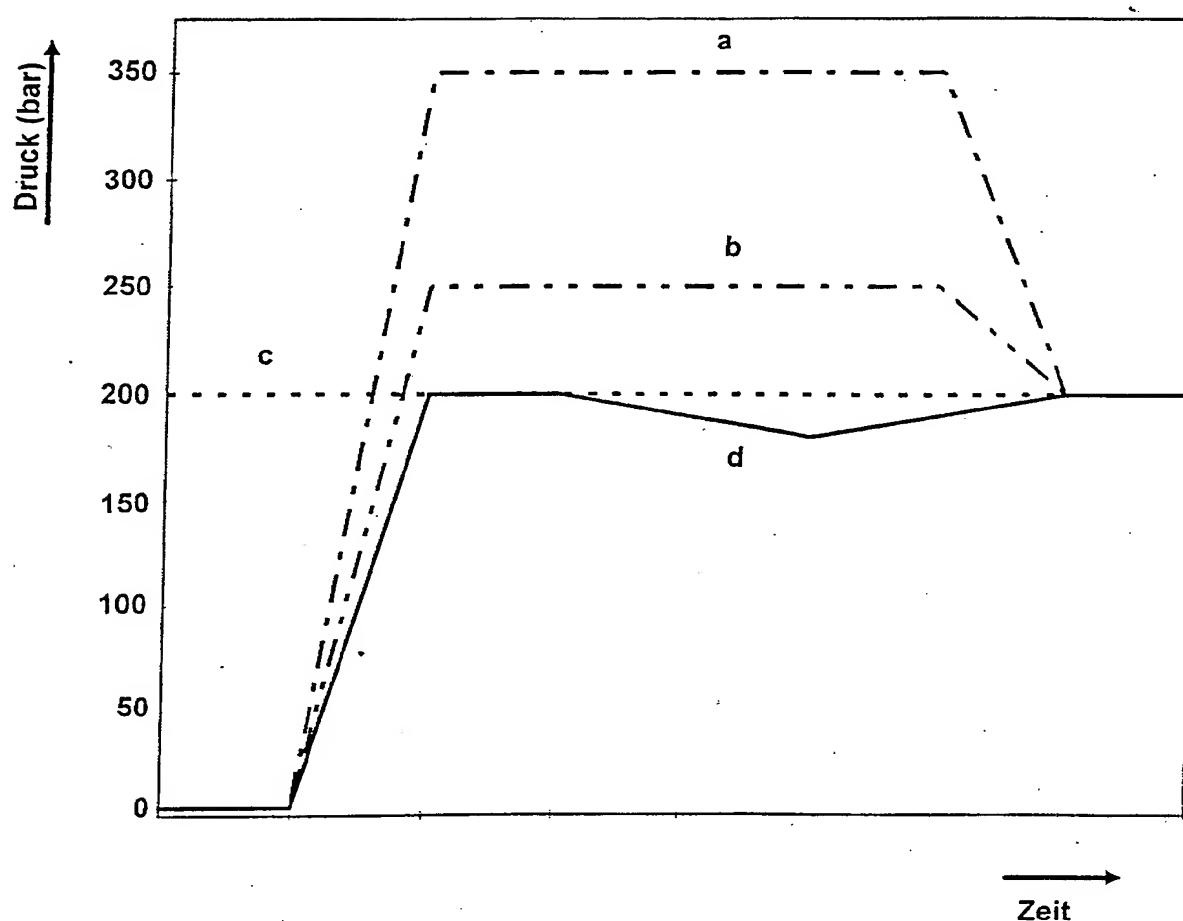


Fig. 4